

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-043269

(43)Date of publication of application : 15.02.2000

(51)Int.Cl.

B41J 2/05
B41J 2/205

(21)Application number : 10-216998

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 31.07.1998

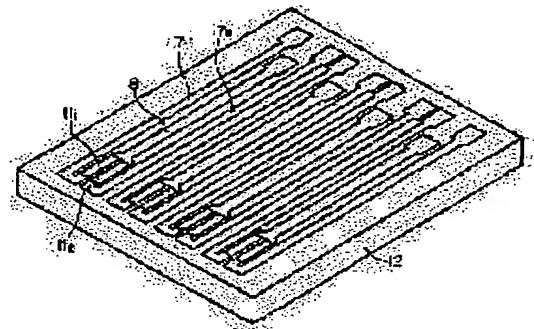
(72)Inventor : SEKIYA TAKURO

(54) HEAD AND METHOD FOR LIQUID-JET RECORDING

(57)Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To permit gradational recording (multi-value recording) and widen a tonal range in a liquid-jet recording head (bubble-jet type ink-jet recording head) which can perform only binary recording conventionally.

SOLUTION: The liquid-jet recording head includes a passage with a heat energy action part, a liquid chamber for introducing a recording liquid to the passage, and a means for introducing the recording liquid to the liquid chamber. The introduced recording liquid is heated by the heat-energy action part to generate air bubbles, and the recording liquid is discharged from a discharge port because of an action force subsequent to a volume increase of the air bubbles. The heat energy action part is constituted of two heat-generating bodies 111, 112 which can drive independently and are spaced a nearly equal distance from the discharge port, and at the same time, one heat-generating body has a heat-generating capacity larger than one time and smaller than two times a capacity of the other.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.02.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 20.04.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-43269

(P2000-43268A)

(43)公開日 平成12年2月15日 (2000.2.15)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	チヤート (参考)
B 4 1 J	2/05	B 4 1 J	1 0 8 B
	2/205		2 C 0 5 7
			1 0 8 X

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 10 P)

(21)出願番号 特願平10-216898

(22)出願日 平成10年7月31日 (1998.7.31)

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 岡谷 卓朗

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式

会社リコー内

(74)代理人 100079843

弁護士 高野 明正

Fターム (参考) 2C057 AF38 AG12 AC48 AM03 AM18

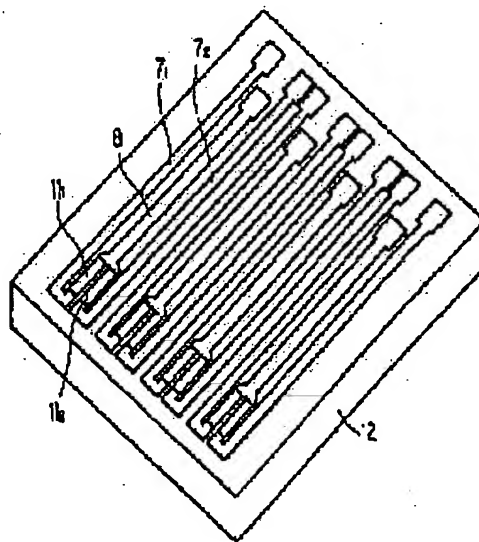
AR18 BA03 BA13 CAD1

(54)【発明の名称】 液体噴射記録ヘッド及び方法

(57)【要約】

【課題】 従来2値記録しかできなかった液体噴射記録ヘッド (バブルジェット型インクジェット記録ヘッド) において、階調記録 (多値記録) を可能にし、かつ、その階調幅を広くする。

【解決手段】 熱エネルギー作用部を設けた流路、該流路に記録液体を導入するための液室、及び、該液室に記録液体を導入する手段を備え、導入される記録液体を前記熱エネルギー作用部により加熱して気泡を発生させ、該気泡の体積増加にともなう作用力により、前記記録液体を吐出口から吐出するようにした液体噴射記録ヘッドにおいて、前記熱エネルギー作用部を、独立に駆動可能でかつ前記吐出口からほぼ等距離のところに配置した2つの発熱体 111、112で構成し、かつ、一方の発熱体の発熱能力を他方のその1倍より大きく2倍より小さくした。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 熱エネルギー作用部を設けた流路、該流路に記録液体を導入するための液室、及び、該液室に記録液体を導入する手段を備え、導入される記録液体を前記熱エネルギー作用部により加熱して気泡を発生させ、該気泡の体積増加にともなう作用力により、前記記録液体を前記熱エネルギー作用部面とほぼ平行方向に吐出口から液滴として吐出させる液体噴射記録ヘッドにおいて、前記熱エネルギー作用部は、前記吐出口からほぼ等距離に配置され、独立駆動が可能で、発熱能力が異なる2つの発熱体からなり、該2つの発熱体のうち一方の発熱体の発熱能力は他方のその1倍より大きく2倍より小さいことを特徴とする液体噴射記録ヘッド。

【請求項 2】 吐出口から等距離に配置しか一方の発熱体の発熱能力が他方のその1倍より大きく2倍より小さい2つの発熱体からなる熱エネルギー作用部を備えた流路において、導入される記録液体に前記熱エネルギー作用部によって気泡を発生させ、該気泡の体積増加

にともなう作用力により、前記記録液体を前記吐出口から熱エネルギー作用部面とほぼ平行方向に液滴として吐出させ、記録液体に前記液滴を付着させて記録を行う液体噴射記録方法において、前記2つの発熱体を、画像情報に応じて独立、あるいは共同して駆動することにより、発生させる気泡の大きさを換え、前記吐出口から吐出する液滴の質量を変えて階調記録を行うことを特徴とする液体噴射記録方法。

【請求項 3】 前記2つの発熱体への入力エネルギーは同一ではないことを特徴とする請求項1に記載の液体噴射記録ヘッド。

【請求項 4】 前記2つの発熱体の発熱面積が異なることを特徴とする請求項1に記載の液体噴射記録ヘッド。

【請求項 5】 前記2つの発熱体の抵抗値が異なることを特徴とする請求項1又は4に記載の液体噴射記録ヘッド。

【請求項 6】 前記2つの発熱体の発熱層厚さが異なることを特徴とする請求項1又は4又は5に記載の液体噴射記録ヘッド。

【請求項 7】 前記2つの発熱体の発熱層組成が異なることを特徴とする請求項1又は4乃至6のいずれかに記載の液体噴射記録ヘッド。

【請求項 8】 前記2つの発熱体の放熱能力が異なることを特徴とする請求項1又は4乃至7のいずれかに記載の液体噴射記録ヘッド。

【請求項 9】 前記2つの発熱体に接触される電極の熱容量が異なることを特徴とする請求項1又は4乃至8のいずれかに記載の液体噴射記録ヘッド。

【請求項 10】 前記2つの発熱体が形成される領域の蓄熱層の厚さが異なることを特徴とする請求項1又は4乃至9のいずれかに記載の液体噴射記録ヘッド。

【請求項 11】 前記2つの発熱体のどちらか一方に放

熱体を設けることを特徴とする請求項1又は4乃至10のいずれかに記載の液体噴射記録ヘッド。

【請求項 12】 前記2つの発熱体にそれぞれ放熱能力の異なる放熱体を設けることを特徴とする請求項1又は4乃至10のいずれかに記載の液体噴射記録ヘッド。

【請求項 13】 前記2つの発熱体の保護層の厚さが異なることを特徴とする請求項1又は4乃至12のいずれかに記載の液体噴射記録ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、液体噴射記録ヘッド、より詳細には、バブルジェット型の液体噴射記録ヘッドならびにその記録ヘッドを用いた階調記録を行う記録方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 ノンインパクト記録法は、記録時における騒音の発生が無視し得る程度に極めて小さいという点において、最近関心を集めている。その中で高速記録が可能であり、しかも、所謂普通紙に特別の定着処理を必要とせずに記録の行える所謂インクジェット記録法は、極めて有力な記録法であって、これまでも様々な方式が提案され、改良が加えられて商品化されたものもあれば、現在もなお実用化への努力が続けられているものもある。このようなインクジェット記録法は、所謂インクと称される記録液体の小滴(droplet)を飛翔させ記録部材に付着させて記録を行うものである。この記録液体の小滴の発生法及び発生された記録液体小滴の飛翔方向を制御するための制御方法によって、幾つかの方式に大別される。

【0003】 先ず、第1の方法は、例えば米国特許第3060429号明細書に開示されているもの(Tele type方式)であって、記録液体の小滴の発生を静電吸引的に行い、発生した記録液体小滴を記録信号に応じて電界制御し、記録部材上に記録液体小滴を選択的に付着させて記録を行うものである。これに就いて更に詳述すれば、吐出口と加速電極に電解をかけた、一極に帯電した記録液体の小滴を吐出口より吐出させ、該吐出した記録液体の小滴を記録信号に応じて電気制御可能なように構成されたx-y偏向電極間を飛翔させ、電界の強度変化によって選択的に小滴を記録部材上に付着させて記録を行うものである。

【0004】 第2の方法は、例えば、米国特許第3596275号明細書、米国特許第3298030号明細書等を開示されている方式(Sweet方式)であって、連続駆動発生法によって帯電量の制御された記録液体の小滴を発生させ、この発生された帯電量の制御された小滴を一極の電界がかけられている偏向電極間を飛翔させることで、記録部材上に記録を行うものである。具体的には、ピエゾ駆動素子の付設されている記録ヘッドを構成する一部である吐出口の前に、記録信号が印加されて

いるように構成した帯電電極を所定距離だけ離して配置し、前記ピエゾ振動素子に一定周波数の電気信号を印加することでピエゾ振動素子を機械的に振動させ、前記吐出口より記録液体の小滴を吐出させる。この時前記帯電電極によって吐出する記録液体小滴には電荷が静電誘導され、小滴は記録信号に応じた電荷量で帯電される。帯電量の制御された記録液体の小滴は、一定の電界が一様にかけられている偏向電極間を飛翔するとき付加された帯電量に応じて偏向を受け、記録信号を担う小滴のみが記録部材上に付着し得るようにされている。

【0005】第3の方式は、例えば米国特許第3416153号明細書に開示されている方式（Hertz）であって、吐出口とリング状の帯電電極間に電界をかけ、連続振動発生法によって記録液体の小滴を発生霧化させて記録する方式である。即ちこの方式では、吐出口と帯電電極間にかける電界強度を記録信号に応じて変調することによって小滴の霧化状態を制御し、記録画像の階調性を出して記録する。

【0006】第4の方式は、例えば米国特許第3747120号明細書に開示されている方式（Stemme方式）で、この方式は前記3つの方式とは根本的に原理が異なるものである。即ち前記3つの方式は、何れも吐出口より吐出された記録液体の小滴を飛翔している途中で電気的に制御し、記録信号を担った小滴を選択的に記録部材上に付着させて記録を行うのに対して、このStemme方式は、記録信号に応じて吐出口より記録液体の小滴を吐出飛翔させて記録するものである。つまり、Stemme方式は、記録液体を吐出する吐出口を有する記録ヘッドに付設されているピエゾ振動素子に電気的な記録信号を印加し、この電気的記録信号をピエゾ振動素子の機械的振動に変え、該機械的振動に従って前記吐出口より記録液体の小滴を吐出飛翔させて記録部材に付着させることで行うものである。

【0007】これ等従来の4つの方式は各々に特徴を有するものであるが、また他方において、解決され得べき点が存在する。即ち前記第1から第3の方式は、記録液体の小滴の発生の直接的エネルギーが電気エネルギーであり、また小滴の偏向制御も電界制御である。そのため第1の方式は構成上はシンプルであるが、小滴の発生に高電圧を要し、また記録ヘッドのマルチノズル化が困難である。従って、高速記録には不向きである。

【0008】第2の方式は記録ヘッドのマルチノズル化が可能で高速記録に向くが、構成上複雑であり、また記録液体小滴の電気的制御が高度で困難であること、記録部材上にサテライトドットが生じやすいこと等の問題点がある。

【0009】第3の方式は記録液体小滴を霧化することによって階調性に優れた画像を記録できる特徴を有するが、他方霧化状態の制御が困難であること、記録画像にカブリが生ずることおよび記録ヘッドのマルチノズル化

が困難で高速記録には不向きであること等の諸問題点が存在する。

【0010】第4の方式は第1乃至第3の方式に比べて利点を比較的多く有する。即ち構成上シンプルであること、オンデマンド（on-demand）で記録液体を吐出口より吐出して記録を行うために、第1乃至第3の方式のように吐出飛翔する小滴の中、画像の記録に要さなかった小滴を回収することが不要であることおよび第1乃至第2の方式のように導電性の記録液体を使用する必要がなく、記録液体の物質上の自由度が大であること等の大きな利点を有する。しかしながら、一方において記録ヘッドの加工上に問題があること、所望の共振数を有するピエゾ振動素子の小型化が極めて困難であること等の理由から、記録ヘッドのマルチノズル化が難しく、またピエゾ振動素子の機械的振動という機械的エネルギーによって記録液体小滴の吐出飛翔を行うので、高速記録には向かないこと等の欠点を有する。

【0011】更には特開昭48-9622号公報（前記米国特許第3747120号明細書に対応）には、変形例として前記ピエゾ振動素子等の手段による機械的振動エネルギーを利用する代わりに熱エネルギーを利用することが記載されている。即ち上記公報には、圧力上昇を生じさせる蒸気が発生するために液体を直接加熱する加熱コイルをピエゾ振動素子の代わりに圧力上昇手段として使用する、所謂バブルジェットの液体噴射記録装置が記載されている。

【0012】しかし、上記公報には、圧力上昇手段としての加熱コイルに通電して液体インクが出入りし得る口が一つしかない袋状のインク室（液室）内の液体インクを、直接加熱して蒸気化することが記載されているにすぎず、連続繰り返し液吐出を行う場合はどのように加熱すれば良いかについては何等示唆されるところがない。加えて加熱コイルが設けられている位置は、液体インクの供給路から遙かに遠い袋状液室の最深部に設けられているので、ヘッド構造上複雑であるのに加えて、高速での連続繰り返し使用には不向きとなっている。しかも、上記公報に記載の技術内容からでは、実用上重要である発生する熱で液吐出を行った後に、次の液吐出の準備状態を速やかに形成することはできない。このように、従来法には、構成上、高速記録化、記録ヘッドのマルチノズル化上、サテライトドットの発生および記録画像のカブリ発生等の点において一長一短があって、その長所を利用する用途にしか適用し得ないという制約が存在していた。

【0013】しかしながら、これも先に本出願人が提案した方式（特公昭56-9429号公報参照）によって解消される。この公報記載のものは、液室内のインクを加熱してインクの中で気泡を発生せしめ、その気泡の作用力により吐出口よりインク滴を吐出させる、いわゆるバブルジェット型インクジェット記録装置の基本となる

ものである。

【0014】而して、このようなバブルジェット型インクジェット記録装置においては、その気泡の発生メカニズムは、伝熱理論の分野で知られているいわゆる膜沸騰現象を利用しているものであり、この膜沸騰現象によって、発生する気泡は、発生～消滅の再現性が非常に良く、インクジェットのインク噴射の原動力としては最適のものである。しかしながら、その気泡の発生～消滅の挙動は、1か0か（気泡が発生する／消滅する）というように2値的な挙動であって、気泡の大きさを変化させることは困難である。よって、このようなバブルジェット型インクジェット記録装置は、2値記録に適した記録方法である。

【0015】しかしながら、近年市場ではより高画質が要求されるようになり、単なる2値記録画像ではなく、いわゆる階調記録が必要になってきている。そして、このような階調記録を実現するための1方法として、例えば、特開昭55-132259号公報に開示されている方法がある。それによれば、少なくとも2つの独立に信号を入力し得る発熱体の各々に入力される信号の入力タイミングを適宜ずらすことによって、階調記録を行うというものである。つまり、2つの発熱体で、2つの気泡を発生させ、その発生タイミングをずらして、吐出口より吐出させるインク滴の量を微妙に変化させようというものである。

【0016】この考え方は、アイデアとしてはおもしろいものではあるがもともと2値的な挙動をとる気泡に、アナログ的な作用を持たせようとするにはやはり無理があり、吐出インク滴の量を変化させることは、必ずしも再現良く実現できなかった。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述のことき実情に鑑みてなされたもので、その目的は、第1に、従来、2値記録しかできなかったバブルジェット型インクジェット記録ヘッドにおいて、階調記録（多値記録）を可能とし、さらにその階調幅を広くできるような構造を提案することにある。また、第2に、従来、2値記録しかできなかったバブルジェット型インクジェット方式による記録方法において、階調記録（多値記録）を可能とし、さらにその階調幅を広くできるような方法を提案することにある。さらに、第3に、このような方式による記録方法において、階調記録（多値記録）を可能とし、さらにその階調幅を広くできるような方法のより具体的な方法を提案することにある。

【0018】また、第4に、このような記録ヘッドにおいて、階調記録（多値記録）を可能とし、さらにその階調幅を広くできるような構造をより具体的に提案することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、熱工

ネルギー作用部を設けた流路、該流路に記録液体を導入するための液室、及び、該液室に記録液体を導入する手段を備え、導入される記録液体を前記熱エネルギー作用部により加熱して気泡を発生させ、該気泡の体積増加にともなう作用力により、前記記録液体を前記熱エネルギー作用部面とほぼ平行方向に吐出口から液滴として吐出させる液体噴射記録ヘッドにおいて、前記熱エネルギー作用部は、前記吐出口からほぼ等距離に配置され、独立駆動が可能で、発熱能力が異なる2つの発熱体からなり、該2つの発熱体のうち一方の発熱体の発熱能力は他方のその1倍より大きく2倍より小さいことを特徴とする液体噴射記録ヘッドである。

【0020】請求項2の発明は、吐出口から等距離に配置しかつ一方の発熱体の発熱能力が他方のその1倍より大きく2倍より小さい2つの発熱体からなる熱エネルギー作用部を備えた流路中において、導入される記録液体に前記熱エネルギー作用部によって気泡を発生させ、該気泡の体積増加にともなう作用力により、前記記録液体を前記吐出口から熱エネルギー作用部面とほぼ平行方向に液滴として吐出させ、記録体に前記液滴を付着させて記録を行う液体噴射記録方法において、前記2つの発熱体を、画像情報に応じて独立、あるいは共同して駆動することにより、発生させる気泡の大きさを変え、前記吐出口から吐出する液滴の質量を変えて階調記録を行うことを特徴とする液体噴射記録方法である。

【0021】請求項3の発明は、請求項1に記載の液体噴射記録ヘッドにおいて、前記2つの発熱体への入力エネルギーは同一ではないことを特徴とする液体噴射記録ヘッドである。

【0022】請求項4の発明は、請求項1に記載の液体噴射記録ヘッドにおいて、前記2つの発熱体の発熱面積が異なることを特徴とする液体噴射記録ヘッドである。

【0023】請求項5の発明は、請求項1又は4に記載の液体噴射記録ヘッドにおいて、前記2つの発熱体の抵抗値が異なることを特徴とする液体噴射記録ヘッドである。

【0024】請求項6の発明は、請求項1又は4又は5のいずれかに記載の液体噴射記録ヘッド前記2つの発熱体の発熱層厚さが異なることを特徴とする液体噴射記録ヘッドである。

【0025】請求項7の発明は、請求項1又は4乃至6のいずれかに記載の液体噴射記録ヘッドにおいて、前記2つの発熱体の発熱層組成が異なることを特徴とする液体噴射記録ヘッドである。

【0026】請求項8の発明は、請求項1又は4乃至7のいずれかに記載の液体噴射記録ヘッドにおいて、前記2つの発熱体の放熱能力が異なることを特徴とする液体噴射記録ヘッドである。

【0027】請求項9の発明は、請求項1又は4乃至8のいずれかに記載の液体噴射記録ヘッドにおいて、前記

2つの発熱体に接続される電極の熱容量が異なることを特徴とする液体噴射記録ヘッドである。

【0028】請求項10の発明は、請求項1又は4乃至9のいずれかに記載の液体噴射記録ヘッドにおいて、前記2つの発熱体が形成される領域の蓄熱層の厚さが異なることを特徴とする液体噴射記録ヘッドである。

【0029】請求項11の発明は、請求項1又は4乃至10のいずれかに記載の液体噴射記録ヘッドにおいて、前記2つの発熱体のどちらか一方に放熱体を設けることを特徴とする液体噴射記録ヘッドである。

【0030】請求項12の発明は、請求項1又は4乃至10のいずれかに記載の液体噴射記録ヘッドにおいて、前記2つの発熱体にそれぞれ放熱能力の異なる放熱体を設けることを特徴とする液体噴射記録ヘッドである。

【0031】請求項13の発明は、請求項1又は4乃至12のいずれかに記載の液体噴射記録ヘッドにおいて、前記2つの発熱体の保護層の厚さが異なることを特徴とする液体噴射記録ヘッドである。

【0032】

【発明の実施の形態】（請求項1、2の発明）以下、順に説明する。最初に本発明が適用されるインクジェットの種類及び原理について、図を用いて説明する。図1は、本発明が適用されるバブルジェット型記録ヘッドの一例を説明するための分解斜視図であって、図1(A)はヘッド斜視図、図1(B)はヘッドを構成する蓋基板の斜視図、図1(C)は発熱体基板の斜視図、図1(D)は蓋基板を裏側から見た斜視図であり、図中、101は蓋基板、102は発熱体基板、103は記録液体流入口、104は吐出口、105は流路、106は液室を形成するための領域、107は個別（独立）の制御電極、108は共通電極、109は発熱体である。

【0033】図2は、本発明が好適に適用される熱を利用するいわゆるバブルジェット方式のインクジェットのインク滴吐出の原理を説明するための図である。図2(A)は定常状態であり、吐出口面でインク110の表面張力と外圧とが平衡状態にある。図2(B)は発熱体109が加熱されて、発熱体109の表面温度が急上昇し隣接インク層に沸騰現象が起きるまで加熱され、微小気泡111が点在している状態にある。図2(C)は発熱体109の全面で急激に加熱された隣接インク層が瞬時に気化し、沸騰膜を作り、この気泡111が成長した状態である。この時、吐出口内の圧力は、気泡の成長した分だけ上昇し、吐出口面での外圧とのバランスがくずれ、吐出口よりインク柱が成長し始める。図2(D)は気泡が最大に成長した状態であり、吐出口面より気泡の体積に相当する分のインク110が押し出される。この時、発熱体109には電流が流れていない状態にあり、発熱体109の表面温度は低下しつつある。気泡111の体積の最大値は電気パルス印加のタイミングからやや遅れる。

【0034】図2(E)は気泡111がインクなどにより冷却されて収縮を開始し始めた状態を示す。インク柱の先端部では押し出された速度を保ちつつ前進し、後端部では気泡の収縮に伴って吐出内口圧の減少により吐出口面から吐出内ヘインクが逆流してインク柱にくびれが生じている。図2(F)はさらに気泡111が収縮し、発熱体面にインクが接し発熱体面がさらに急激に冷却される状態にある。吐出口面では、外圧が吐出内口圧より高い状態になるため、メニスカスが大きく吐出口内に入り込んできている。インク柱の先端部は液滴112になり記録紙の方向へ5~1.0m/s程度の速度で飛翔している。

【0035】図2(G)は吐出口にインクが毛細管現象により再び供給（リフィル）されて図2(A)の状態に戻る過程で、気泡は完全に消滅している。以上が、従来より知られている熱を利用したバブルジェット型記録ヘッドの一般的な構成、原理であるが、本発明は、1つの吐出口に対して、該吐出口からほぼ等距離に配設され、独立駆動が可能で、発熱能力が異なる2つの発熱体を有し、階調記録を可能としたインクジェットヘッドを提案するものである。図3に本発明の発熱体基板の一例を示す。本発明は、図1(C)の発熱体109をそれぞれ独立駆動可能な2つの発熱体11(111、112)にしたものというように理解される。71、72はそれぞれに対応した制御電極、8は共通電極である。

【0036】図4は、本発明に使用する発熱体基板について説明するための図である。図4(A)はインクジェットヘッドの吐出口側から見た正面詳細部分図、図4(B)は図4(A)をB-B線で切断した場合の切断面部分図である。図4に示された記録ヘッド10は、その表面に発熱体11(111、112)が設けられている基板12上に、所定の線密度で、所定の幅と深さの溝が所定数設けられている流路基板13を、基板12を覆うように接合することによって、液体を飛翔させるための吐出口14(141、142、143)を含む液吐出部15が形成された構造を有している。液吐出部15は、吐出口14と発熱体11より発生される熱エネルギーが液体に作用して気泡を発生させ、その体積の膨張と収縮による急激な状態変化を引き起こすところである熱作用部16とを有する。

【0037】なお発熱体11(111、112)は、前述のように1つの吐出口14に対して、該吐出口14からほぼ等距離に配設され、独立駆動が可能で、発熱能力が異なる2つの発熱体であり、画像情報に応じて、発熱体111、あるいは発熱体112をそれぞれ単独で駆動したり、あるいは発熱体111及び発熱体112を同時に駆動する。

【0038】熱作用部16は、発熱体11の熱発生部17の上部に位置し、熱発生部17の液体と接触する面としての熱作用面18をその底面としている。熱発生部1

7は、基板12上に設けられた下部層19、該下部層19上に設けられた発熱抵抗層20(20-11, 20-12, 20-21, 20-22, 20-31, 20-32)、該発熱抵抗層20上に設けられた上部層21とで構成される。発熱抵抗層20(20-11, 20-12, 20-21, 20-22, 20-31, 20-32)には、熱を発生させるために該層20に通電させるための電極22, 23がその表面に設けられており、これらの電極間の発熱抵抗層20によって熱発生部17が形成されている。

【0039】上部層21は、熱発生部17においては、発熱抵抗層20を使用する液体から化学的、物理的に保護するために、発熱抵抗層20と液吐出部15の液流路を満たしている液体とを隔離するとともに、液体を通じて電極22, 23間が短絡するのを防止し、さらに、隣接する電極間における電氣的リークを防止する役目を有している。上部層21は、上記のような機能を有するものであるが、発熱抵抗層20が耐液性であり、かつ液体を通じて電極22, 23間が電氣的に短絡する必要が全くない場合には、必ずしも設ける必要はなく、発熱抵抗層20の表面に直接に液体が接触する構造の発熱体として設計してもよい。

【0040】下部層19は、熱容量制御機能を有する。すなわち、この下部層19は液滴吐出の際には、発熱抵抗層20で発生する熱が基板12側に伝導するよりも、熱作用部18側に伝導する割合ができる限り多くなり、液滴吐出後、つまり発熱抵抗層20への通電がOFFされた後は、熱作用部18及び熱発生部17にある熱が速やかに基板12側に放出されて、熱作用部16にある液体および発生した気泡が急冷されるために設けられる。つまり、気泡発生時には蓄熱機能を持ち、気泡消滅時には放熱機能を持つ。

【0041】具体的な材料としては、例えば基板としてシリコンを用いる場合には、熱酸化によってシリコン基板上に成長させられるSiO₂、あるいはスパッタリングによって形成されるSiO₂が挙げられる。そして、それらの厚さは1μm~10μmとされる。他に基板としてガラス等が用いられる場合は、スパッタリングによって形成されるSiO₂を用いてもよいし、ガラス自体がその主成分がSiO₂であるため、特別にSiO₂を形成することなく、基板そのものを下部層19と兼用してもよい。他にアルミナを基板として用いる場合には、ガラス質のいわゆるグレース層が用いられる。

【0042】発熱抵抗層20を構成する材料として有用なものには、タンタル-SiO₂の混合物、窒化タンタル、ニクロム、銀-パラジウム合金、シリコン半導体、あるいはハフニウム、ランタン、ジルコニウム、チタン、タンタル、タングステン、モリブデン、ニオブ、クロム、バナジウム等の金属の碳化物が挙げられる。発熱抵抗層20を構成するこれらの材料の中、特に金属碳化

物を優れたものとして挙げることができ、中でも最も特性の優れているのが碳化ハフニウムであり、次いで、碳化ジルコニウム、碳化ランタン、碳化タンタル、碳化バナジウム、碳化ニオブの順となっている。

【0043】発熱抵抗層20は、上記の材料を用いて、電子ビーム蒸着やスパッタリング等の手法を用いて形成することができる。発熱抵抗層20の膜厚は、単位時間あたりの発熱量が所望通りとなるように、その面積、材質および熱作用部分の形状及び大きさ、さらには実際の消費電力等にしたがって決定されるものであるが、通常の場合、0.001μm~5μm、好適には、0.01μm~1μmとされる。本発明では、一例として、HfB₂を2000Å(0.2μm)スパッタリングした。

【0044】電極22, 23を構成する材料としては、通常使用されている電極材料の多くのものが有効に使用され、具体的には、例えば、Al, Ag, Au, Pt, Cu等があげられ、これらを使用して、蒸着等の手法で所定位置に所定の大きさ、形状、厚さで設けられる。本発明では、Alをスパッタリングにより1.4μm形成した。

【0045】保護層(上部層)21に要求される特性は、発熱抵抗層20で発生された熱を記録液体に効果的に伝達することを妨げずに、記録液体より発熱抵抗層20を保護するという点である。保護層21を構成する材料として有用なものには、例えば酸化シリコン、窒化シリコン、酸化マグネシウム、酸化アルミニウム、酸化タンタル、酸化ジルコニウム等が挙げられる。これらは、電子ビーム蒸着やスパッタリング等の手法を用いて形成することができる。また、炭化ケイ素、酸化アルミニウム(アルミナ)等のセラミック材料も好適に用いられる材料である。保護膜層21の膜厚は、通常は、0.01μm~10μm、好適には、0.1μm~5μm、最適には0.1μm~3μmとされるのが望ましい。本発明では、スパッタリングにより、SiO₂を1.2μm形成した。

【0046】このように形成した発熱体基板は、図1に示したように、流路基板を被覆してインクジェットヘッドとして完成する。前述のように、本発明と類似の構成の液体噴射記録方法が、特開昭55-132259号公報に開示されているが、その方法は、2つの発熱体(発熱体)で、2つの気泡を発生させ、その発生タイミングをずらして、吐出口より吐出させるインク滴の量を微妙に変化させようというものであるが、もともと2値的な挙動をとる気泡に、アナログ的な作用を持たせようとするにはやはり無理があり、吐出インク滴の量を変化させることは、必ずしも再現良く実現できなかった。

【0047】そこで、本発明では、1の吐出口に対して2つの発熱体を有し、それら2つの発熱体はそれぞれ異なる発熱能力を有するようにしている。そして、それら2つの発熱体をそれぞれ単独で、あるいは同時に駆動し

て、それぞれの場合に流路内で異なる大きさの気泡を発生させ、それによって吐出口より吐出させるインク滴の量を変え、階調記録を行うというものである。

【0048】2つの発熱体がそれぞれ異なる発熱能力を有するようにしているのは、階調幅を増やすためである。今、2つの発熱体が同じ発熱能力を有するものとした場合、とりうる階調段階は3段階である。つまり、1つの発熱体の発熱能力をJとすると、0、J、2Jの3段階に発熱状態をとることが可能である（3値）。

【0049】一方、本発明のように、2つの発熱体の発熱能力が異なるようにした場合は、4段階に発熱状態をとることができる。つまり、第1の発熱体の発熱能力をJ1、第2の発熱体の発熱能力をJ2とすると、本発明では、画像情報に応じて、0、J1、J2、J1+J2の4段階に発熱状態をとることができる（4値）。

【0050】本発明では、さらに2つの発熱体の発熱能力差が、一方の1倍より大きく2倍より小さいようにしている。これは、2値から3値の間における階調変化幅が大きくなりすぎないようにするためである。具体例を挙げて説明する。今、J1の発熱能力を1、J2の発熱能力を2.5とする（これは本発明の範囲からはずれる例である）と、その発熱状態は0、1、2.5、3.5というように4値となる。しかしながら、2値から3値の間における階調変化幅は、1から急に2.5になり、変化率が大きすぎ（2.5倍）、滑らかな階調変化が得られなくなり、画像としてみた場合、疑似輪郭が発生するという不具合がある。

【0051】一方、例えば、J1の発熱能力を1、J2の発熱能力を1.5とする（これは本発明の範囲に入る例である）と、その発熱状態は、0、1、1.5、2.5というように4値となり、2値から3値の間における階調変化幅は、1から1.5になり、変化率が大きすぎることとはなく（1.5倍）、滑らかな階調変化が得られ、画像としてみた場合、疑似輪郭はほとんどみられない。もちろんこの例では、J2の発熱能力を1.5としたが、その発熱能力を2に近い、例えば1.9とすると、2値から3値の間における階調変化幅は、1から1.9になり、変化率も1.9倍であり、次第に階調変化の滑らかさはなくなっていくが、それでもその変化率が2倍より小さければ実用的な範囲であることが実験的にわかっている。

【0052】本発明では、さらに2つの発熱体は、吐出口からほぼ等距離に配設するようにしている。具体的には、図3に示したように、2つの発熱体111、112を平行にならべればよいが、一方で1つの吐出口に対して、2つあるいはそれ以上の発熱体を設ける例として、図5に示すように、シリーズにならべる方法も考えられる。

【0053】この図5の方法は、本発明に比べて、1つの吐出口に対して、2つあるいはそれ以上の発熱体を設

けることが容易（本発明のような発熱体の配列方法は、実用的には2つが限界であり、それ以上の数の発熱体を設けることは困難）に見えて、一見良さそうに見えるが、実際には、安定したインク滴吐出を行うには、吐出口発熱体間の距離が重要であり、安定したインク滴吐出が得られる距離は、その許容値があまり大きくなく、2つの発熱体を設けた場合、それらと吐出口での距離はほぼ等距離にするのが望ましい。

【0054】つまり、図5のような発熱体の配列方法は、一見、2つ以上の多くの発熱体（111、112、113）をならべることができて、本発明よりも良い方法に見えるが、実は発熱体だけは2つ以上並べることができても、安定したインク滴吐出ができるのは吐出口発熱体間の距離が最適になっている1個の発熱体だけであり、良好なインク滴吐出を行うには不向きな構成といえる。

【0055】（請求項3の発明）次に、このように2つの発熱体の能力を異ならせる具体的な構成について説明する。最も簡単な方法として、発熱体へのエネルギーを変える方法がある。この場合も単に入力エネルギーを変えればよいというわけではなく、2つの発熱体への入力エネルギー差が、一方の1倍より大きく2倍より小さいようにする。この理由は、前述の2つの発熱体の発熱能力差が一方の1倍より大きく2倍より小さくしている場合と同様に、2値から3値の間における階調変化幅が大きくなりすぎないようにするためである。

【0056】さらにまた、別の理由は、発熱体の耐久性のためである。前述のように、このような発熱体は、シリコン、アルミナ、ガラス等の基板上に、薄膜形成、エッチング等のプロセスによって形成されるが、2つの発熱体はほぼ同様な組成、膜厚にされる。もちろん後述するようにその発熱能力を変えるために、組成、膜厚等を変えることもあるが、基本的には2つの発熱体を形成するプロセスは同じか、同じようなものであり、形成された発熱体の耐久性が大きく違うということはない。つまり、2つの発熱体でそれぞれ入力エネルギーを変える場合、一方に入力するエネルギーを他方に入力するエネルギーの何倍にもすることは実際には不可能である（破損する）。耐久性の面からせいぜい他方の2倍まで位にする必要がある。

【0057】具体的には、例えば駆動電圧を変える場合、一方を20Vとする場合、他方は最大でも40V未満にすべきである。あるいは駆動パルス幅を変える場合、一方を5 μ sとする場合、他方は最大でも10 μ s未満にすべきである。さらにそれらを組み合わせて変える場合、一方を30 μ Jとする場合、他方は最大でも60 μ J未満にするべきである。このように、2つの発熱体への入力エネルギー差を最大でも2倍未満とすることにより、2値から3値の間における階調変化率が大きすぎることとはなく、滑らかな階調変化が得られ、ま

た発熱体も破損するということがない。

【0058】（請求項4の発明）次に、このように2つの発熱体の発熱能力を異ならせる他の具体的な構成について説明する。前述のように、本発明の発熱体は、シリコン、アルミナ、ガラス等の基板の上に、薄膜形成、エッチング等のいわゆる半導体プロセスによって形成されるが、その際、エッチングのためのフォトリソのパターンサイズを変えることにより、簡単に2つの大きさの異なる発熱体を形成できる。この場合も前述と同様に2つの発熱体の発熱能力差が、一方の1倍より大きく2倍より小さくなるように2つの発熱体の大きさは決められる。具体的には、面積を他方の2倍未満にすればよい。

【0059】（請求項5の発明）次に、このように2つの発熱体の発熱能力を異ならせるさらに他の具体的な構成について説明する。ここでは発熱体の抵抗値を異ならせる例を説明する。例えば、発熱体材料として、タンタル- SiO_2 の混合物を用いた場合、タンタルと SiO_2 の割合を変えることによって形成される2つの発熱体の抵抗値を容易に変えることができる。通常発熱体の抵抗値は、50～150Ω程度にするが、例えば一方の発熱体の抵抗値を100Ωとした場合、他方の発熱体は150Ω程度にする。この場合も最大でも、一方の発熱体の2倍未満の抵抗値とする。

【0060】抵抗値を高くする場合は、この例では SiO_2 の比率が高くなるようにすればよい。また2つの発熱体でそれぞれ抵抗値が異なるので、発熱体部の薄膜形成～フォトリソ等の工程は2つの発熱体で別々に行う必要がある。なお、ここではタンタル- SiO_2 の混合物の例をあげたが、他の材料でも同様に比率を変えたり、あるいは追加する不純物の量を変えることによって、抵抗値を変えることができる。

【0061】（請求項6の発明）次に、このように2つの発熱体の発熱能力を異ならせるさらに他の具体的な構成について説明する。ここでは発熱体の厚さを異ならせる例を説明する。前述のように、本発明の発熱体は、シリコン、アルミナ、ガラス等の基板の上に、薄膜形成、エッチング等のいわゆる半導体プロセスによって形成されるが、スパッタリング等による発熱体材料の薄膜形成時に、その形成時間をコントロールして、膜厚を変えればよい。この場合も前述と同様に2つの発熱体の発熱能力差が、一方の1倍より大きく2倍より小さくなるように2つの発熱体の厚さは決められる。また2つの発熱体でそれぞれ厚さが異なるので、発熱体部の薄膜形成～フォトリソ等の行程は2つの発熱体で別々に行う必要がある。

【0062】（請求項7の発明）次に、このように2つの発熱体の発熱能力を異ならせるさらに他の具体的な構成について説明する。ここでは、発熱体の材質を異ならせる例を説明する。前述のように、本発明に使用される発熱体の材料は、タンタル- SiO_2 の混合物、窒化タ

ンタル、ニクロム、銀-パラジウム合金、シリコン半導体、あるいはハフニウム、ランタン、ジルコニウム、チタン、タンタル、タングステン、モリブデン、ニオブ、クロム、バナジウム等の金属の化合物があるが、2つの発熱体でそれぞれ別々の材料で薄膜形成を行えばよい。その際、形成された2つの発熱体は、この場合も最大でも、一方の発熱体の2倍未満の抵抗値となるようにする。

【0063】（請求項8の発明）次に、このように2つの発熱体の発熱能力を異ならせるさらに他の具体的な構成について説明する。ここでは、発熱体の放熱特性を異ならせる例を説明する。本発明では、インク中で発熱体を瞬時に発熱させ、いわゆる膜蒸着気泡を発生させ、その気泡の成長による作用力でインク滴を吐出口より噴射させるわけであるが、発生する気泡の大きさは、発熱体の発熱能力によって変わることはいうまでもないが、発熱体の放熱特性によっても変わる。別の表現をするならば、発熱体及びその周辺の領域の放熱特性、あるいは発熱体およびその周辺の領域の熱容量、熱伝導特性の違いによっても変わる。

【0064】つまり、2つの発熱体に同じ入力エネルギーを加えても、発熱体の放熱特性、あるいは熱容量等が異なれば、結果として気泡を発生させるための発熱能力が異なることと同じである。この場合も、前述と同様に、2つの発熱体の放熱特性、あるいは熱容量等の差は、一方の1倍より大きく2倍より小さくなるように決められる。

【0065】（請求項9の発明）次に、このように2つの発熱体の放熱特性、あるいは熱容量等を異ならせる具体的な構成について説明する。図6は、2つの発熱体（111、112）を、それぞれ独立駆動させるための電極（71、72）の幅を変えた例である。通常このような電極は、Au等の金属材料が用いられるが、Auは非常に熱伝導率の高い材料であるため、発熱体で発生した熱は、発生と同時にAuの方に移動する。言い換えるならば、このようなAuの電極は放熱性がよいということである。

【0066】よって、図6のように、2つの発熱体で電極幅を異ならせれば、この2つの発熱体は発熱能力が同じであったとしても、放熱能力が異なるため、結果として気泡を発生させる能力が異なったものとなる。つまり、電極幅が細い方の発熱体は、電極幅が太い方の発熱体よりも熱が逃げにくいので、気泡発生能力が大きいといえる（大きい気泡が発生する）。なお、ここではAuを例に挙げて説明したが、他のAg、Cu等の金属材料であってもよいことはいうまでもない。

【0067】（請求項10の発明）次に、このように2つの発熱体の放熱特性、あるいは熱容量等を異ならせる他の具体的な構成について説明する。前述のように、本発明の下部層19は、熱容量制御機能を有する。すなわ

ち、2つの発熱体が形成される領域のこの下部層19の厚さを変えることによって2つの発熱体の放熱特性、あるいは熱容量等を異ならせることができる。具体的には、例えば、基板としてシリコンを用い、熱酸化によってシリコン基板上にSiO₂を成長させた後に、フォトリソ、エッチングを行って、2つの発熱体が形成される領域の一方のSiO₂を薄くする。この場合も、この熱作用領域の発熱能力の差が、一方の1倍より大きく2倍より小さくなるように下部層19の厚さが決められる。

【0068】（請求項11、12の発明）次に、このように2つの発熱体の放熱特性、あるいは熱容量等を異ならせるさらに他の具体的な構成について説明する。前述の（請求項9関連の説明）ように、A1等の金属材料が熱伝導率が高く、発熱体で発生した熱の放熱量を制御できることを説明した。そこで、ここでは、前述の例のように、A1等の金属材料を電極として用いるだけでなく、放熱体として用いる例を説明する。

【0069】つまり、前記2つの発熱体のどちらが一方に放熱体を設けるか、もしくは両方にそれぞれ放熱能力の異なる放熱体を設けるものである。図7に示すものはその一例であり、図3に示した2つの発熱体の一方の上（又は下）にA1等の金属材料層24を形成し、その領域の放熱特性を高くした例である。このように一方の発熱体の放熱特性を高くすることにより、2つの発熱体の発熱能力が異なり、それぞれで発生させる気泡の大きさを定めることができる。

【0070】この場合も、この熱作用領域の発熱能力の差が、一方の1倍より大きく2倍より小さくなるように上記金属層24による放熱体形成領域の広さが決められる。またこのような金属層は、Au等のように耐インク腐食性に優れた材料である場合には、発熱領域の最表面（インクに接する面）に形成してもよいが、A1、Cu等のように耐インク腐食性に劣る材料を使用する場合には、直接インクに接しないように、保護層より下の層のどこかに形成する。また、不必要な導通を避けるために、絶縁処理をしておくことはいうまでもない。

【0071】（請求項13の発明）次に、このように2つの発熱体の放熱特性、あるいは熱容量等を異ならせるさらに他の具体的な構成について説明する。前述のように、本発明の保護層（上部層）21の代表例としてSiO₂が挙げられるが、これは下部層19の例でも説明したように、熱容量制御機能をも有する。従って、下部層19の場合と同じように、2つの発熱体が形成される領域のこの保護層（上部層）21の厚さを変えることにより、2つの発熱体の放熱特性、あるいは熱容量等を異ならせることができる。具体的には、スパッタリング等によってSiO₂の保護層を形成した後に、フォトリソ、エッチングを行って、2つの発熱体が形成される領域の一方のSiO₂を薄くすればよい。この場合も、この熱作用領域の発熱能力の差が、一方の1倍より大きく2倍

より小さくなるように保護層（上部層）21の厚さが決められる。なお、保護層（上部層）21の材料としてSiO₂の例で説明したが、他の材料であってもよいことはいうまでもない。

【0072】

【発明の効果】請求項1、2に対応した効果：1つの吐出口に対応して、発熱能力が異なる2つの発熱体を設け、画像情報に応じてそれぞれの発熱体を独立、あるいは共同して駆動して、発生させる気泡の大きさを定め、前記吐出口から吐出する液滴の質量を変えて、階調記録を行うようにさせたので、従来、2値記録しかできなかったバブルジェット方式による記録ヘッド／記録方法において、被記録体上におけるドット径を変える、いわゆるドット径変調による階調記録（多値記録）が可能である。さらに2つの発熱体の発熱能力差を、自然数倍とせず、一方の1倍より大きくし、2倍より小さくしたので、通常、普通に考えられる2つの同一の発熱能力の発熱体を有する場合や、あるいは2つの発熱体の発熱能力差が自然数倍であるような場合に比べて、それぞれの発熱体を、順次独立に駆動したりあるいは2つを組み合わせで駆動したりして、その階調レベルを変える場合に、その階調幅がとれる範囲が広くなり、非常に高画質な記録ができる。

【0073】請求項3に対応した効果：このようなバブルジェット方式による記録方法において、2つの発熱体への入力エネルギーを変えるようにしたので、電気的な制御によって、容易に2つの発熱体の発熱量を変えることができるようになった。それにより、それぞれの発熱体によって形成される気泡の大きさが違うため、それらを単独、あるいは組み合わせて使用した場合に、吐出口から吐出する液滴の質量を変えることができ、被記録体上におけるドット径を変える、いわゆるドット径変調による階調記録（多値記録）が簡単な電気的制御のみによって可能となり、さらにその階調幅がとれる範囲が広く、非常に高画質な記録ができる。

【0074】請求項4乃至13に対応した効果：バブルジェット方式による記録ヘッドにおいて、それぞれの請求項で規定する構成を採用したことにより、通常、普通に考えられる2つの大きさの発熱体を有する記録ヘッドに比べて、それぞれの発熱体を、順次独立に駆動したり、あるいは2つを組み合わせで駆動したりして、その階調レベルを変える場合に、その階調幅がとれる範囲が広くなり、非常に高画質な記録ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明が適用される液体噴射記録ヘッドの分解斜視図である。

【図2】 本発明が適用されるバブルジェット方式のインクジェットのインク滴吐出の原理を説明するための図である。

【図3】 本発明の発熱体基板の斜視図である。

【図4】 本発明の発熱体基板を説明するための断面図であって、図4(A)は表面詳細図、図4(B)は図4(A)におけるB-B断面図である。

【図5】 電極及び発熱体の配列例を説明するための図である。

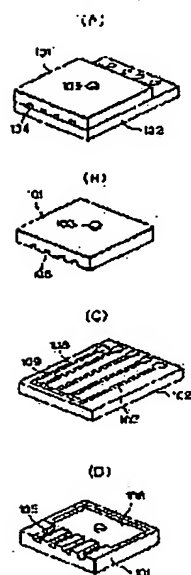
【図6】 電極及び発熱体の他の配列例を説明するための図である。

【図7】 放熱特性、あるいは熱容量を異ならせた2つの発熱体を備えた本発明の発熱体基板の斜視図である。

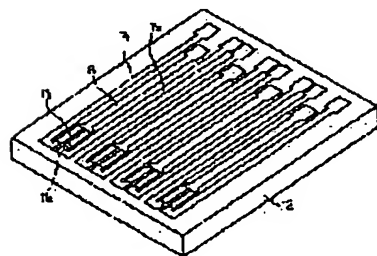
【符号の説明】

8, 108…共通電極、10…ノズル、11…発熱体、12…基板、13…流路基板、14…吐出口、15…液吐出部、16…熱作用部、17…熱発生部、18…熱作用部、19…下層部、20…発熱抵抗層、21…上部層、22, 23…電極、24…金属材料層、101…蓋基板、102…発熱体基板、103…記録液体流入口、104…吐出口、105…流路、106…液室を形成する領域、107…個別制御電極、109…発熱体、110…インク、111…気泡、112…液滴。

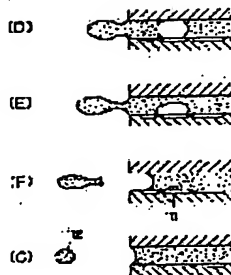
【図1】



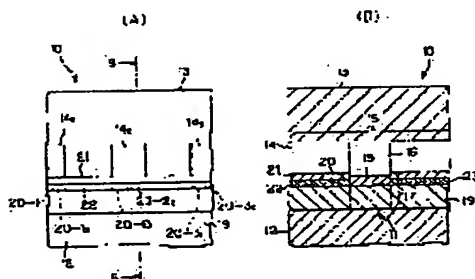
【図3】



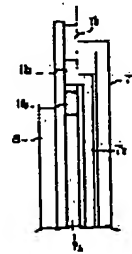
【図2】



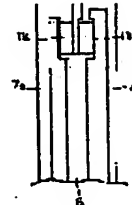
【図4】



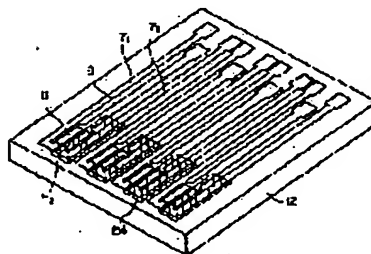
【図5】



【図6】



【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.